MÉLANGES BIOLOGIQUES
TIRÉS DU
BULLETIN DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES
DE ST.-PÉTERSBOURG.
TOME VII.

22 December 1870.
3 Januar 1871.

Über den Tonus der willkürlichen Muskeln, von Stud. F. Steinmann.

Einleitung von E. Cyon.

Im Jahre 1865 theilte ich der Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften meine Untersuchungen [1]) über den Einfluss der hinteren Rückenmarkswurzeln auf die Erregbarkeit der vorderen mit. Das Hauptergebniss dieser Untersuchungen war der Nachweis, dass die vorderen Wurzeln sich in einer stetigen tonischen Erregung befinden, welche ihnen von der Peripherie her durch die hinteren Wurzeln zugeführt wird. Dieser Nachweis bestätigte also das Vorhandensein des von Brondgeest zuerst beobachteten Reflextonus der Muskeln.

Einige Jahre darauf veröffentlichten die Hrn. von Bezold und Uspensky im Centralblatt [2]) für medicinische Wissenschaften folgende Ergebnisse ihrer Versuche über denselben Gegenstand. 1) Peripherische Erregungen sensibler Nerven sind im Stande, die Erreg-

1) E. Cyon. Über den Einfluss der hinteren Nervenwurzeln des Rückenmarks auf die Erregbarkeit der vorderen. Berichte der sächsischen Gesellschaft, math.-phys. Classe. 1865.

2) Centralblatt f. med. Wiss. 1867. № 39.

barkeit der vorderen Wurzeln zu erhöhen. 2) Die Erregbarkeit der vorderen Wurzeln beginnt vom Moment der Eröffnung der Wirbelsäule an rasch zu sinken; dieses Sinken wird durch die Durchschneidung der hinteren Wurzeln nicht beschleunigt. Diese zweite Thatsache stand also im vollständigen Widerspruch mit den von mir beobachteten Erscheinungen, ein Widerspruch, der um so auffallender war, da die unter 1 von Bezold mitgetheilte Thatsache — nämlich, peripherische Reizungen sensibler Nerven erhöhen die Erregbarkeit der vorderen Wurzeln — die Nothwendigkeit der von mir erhaltenen Resultate bedingte. Es unterliegt ja keinem Zweifel, dass die peripherischen Endigungen der sensiblen Nerven durch Temperaturveränderungen, Reibungen der Kleidungsstücke (bei meinen Versuchen an Fröschen: die Befestigung des Thieres an's Brett und die Eröffnung der Wirbelsäule) den Gefühlsnerven eine ganze Reihe von Erregungen mittheilen. Wenn also die Behauptung Bezold's sub 1 richtig ist, so müssten die vorderen Wurzeln sich in fortwährender Erregung befinden, welche Erregung durch Durchschneidung der hinteren Wurzeln verschwinden muss; und doch hat Hr. von Bezold bei seinen Versuchen keine Veränderung der Erregbarkeit der vorderen Wurzeln bei Durchschneidung der hinteren beobachten können.

Es fiel mir nicht schwer, die Ursache dieses scheinbaren Widerspruchs in einem methodischen Versehen, welches Hr. v. Bezold bei der Wiederholung meiner Versuche begangen hat, zu finden. Bezold experimentirte nämlich an durch Curare bewegungslos gemachten Fröschen, bei denen er also gezwungen war,

um einer Lähmung der zu untersuchenden Extremität vorzubeugen, sämmtliche Blutgefässe derselben zu unterbinden. Diese Unterbindung setzt, sowohl durch Unterbrechung der Circulation, als auch durch bei dieser Operation unumgängliche mechanische Beschädigung der nervi ischiadici die Erregbarkeit sämmtlicher Nerven der Extremität so bedeutend herab, dass der feinere Einfluss der hinteren Wurzeln gegen dieses Herabsetzen verschwindet. Die ganze Reihe von Versuchen, welche also Bezold an curarisirten Thieren angestellt hat, büsst durch dieses Versehen jede Beweisfähigkeit ein.

In meiner bezüglichen Antwort[3]) an Bezold machte ich ihn auf dieses Versehen aufmerksam, und suchte Bezold in seinen späteren Mittheilungen diesen meinen Einwand durch die Behauptung zu entkräften, dass die so operirten Extremitäten noch erregbar waren, und dass er an ihnen noch die Erhaltung des Brondgeest'schen Tonus constatiren konnte. Die erste Behauptung ist darum nicht beweisfähig, da zum Misslingen meiner Versuche durchaus kein totaler Verlust der Erregbarkeit erforderlich, sondern dazu schon eine geringe Abnahme genügt. Ein vom Körper getrennter Nerv bleibt auch noch ziemlich lange erregbar, was natürlich durchaus nicht sagen will, dass der Nerv durch seine Trennung überhaupt keine Einbusse an Erregbarkeit erlitten hat.

Was nun seine Behauptung anbetrifft, er habe bei den so operirten Fröschen den Brondgeest'schen Tonus beobachten können, so beweist dieselbe, dass Hrn.

---

3) Centralblatt № 41. 1867.

v. Bezold der eigentliche Sinn meiner Untersuchungen entgangen ist. Wie schon oben erwähnt, haben meine Versuche nur das Ergebniss geliefert, dass die vorderen Wurzeln auf dem Wege der hinteren in einer reflectorischen Erregung, also in einem Reflextonus sich befinden: diese Versuche haben also nur das Vorhandensein des Brondgeest'schen Tonus bestätigt. In meiner der Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften gemachten Mittheilung constatire ich auf pag. 90—92 die Analogien, welche zwischen den Brondgeest'schen und meinen Resultaten bestehen; der Unterschied bestand nur in der Beobachtungsmethode und darin, dass ich gezeigt habe, diese reflectorische Erregung werde an mehreren Stellen des centralen Nervensystems auf die vorderen Wurzeln übertragen. Nun führt Bezold das Erhaltensein des Brondgeest'schen Tonus als Beweis dafür an, dass die Unterbindung der Blutgefässe von keinem Einflusse auf die Erregbarkeit der Nerven der untersuchten Extremität war, er erkennt also die Existenz und Bedeutung des Brondgeest'schen Reflextonus an. — Wie kann er also die Richtigkeit meiner Resultate bestreiten, welche auch nur die Existenz dieses Tonus beweisen?

Hr. v. Bezold hat übrigens später selbst eine grössere Anzahl von Versuchen an nicht curarisirten Fröschen gemacht, wobei er also die Unterbindung vermied. Aber auch bei auf diese Weise angestellten Versuchen konnte Bezold nicht das von mir beschriebene plötzliche Sinken der Erregbarkeit sofort nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln beobachten. Er beobachtete immer nur ein stetiges Sinken der Erregbarkeit der vorderen Wurzeln, welches durch

Durchschneidung der hinteren nicht beschleunigt wurde. Von der vollständigen Richtigkeit meiner an mehr als 200 Versuchen constatirten Beobachtungen überzeugt (ich habe meine Versuche mehreren Fachgenossen mit glücklichem Erfolge demonstrirt, am häufigsten meinem verehrten Lehrer Hr. Prof. Ludwig, in dessen Laboratorium diese ganze Untersuchung ausgeführt wurde) konnte ich das Misslingen der Versuche des Hrn. v. Bezold nur einer nicht sorgfältig genug ausgeführten Präparation der Wurzeln zuschreiben, ein Hinweisen, das nicht im Geringsten den Zweck hatte, Hrn. v. Bezold als Vorwurf zu gelten, sondern nur die einzig mögliche Ursache des Widerspruchs aufdecken sollte, welcher sowohl zwischen seinen und meinen Resultaten, als auch zwischen denen, die er selbst sub 1 und sub 2 erhielt, bestand.

Die von Uspensky später gelieferte ausführliche Mittheilung[4]) der Bezold'schen Versuche bewies nur zu gut, dass die von mir gegebene Erklärung die richtige war. Um zu beweisen, dass die von mir beobachtete Herabsetzung der Erregbarkeit nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln nur eine Fortsetzung des stetigen Sinkens der Erregbarkeit in Folge der Eröffnung der Wirbelsäule sei, führt Uspensky eine grosse Anzahl von Beispielen an, die wirklich beweisen, dass in den Bezold'schen Versuchen die Erregbarkeit der vorderen Wurzeln mit einer ungeheuren Geschwindigkeit zu sinken begann, sobald sie in Berührung mit den Electroden kamen. In diesen Versuchen sank die Erregbarkeit während 25—

4) Arbeiten aus dem Würzburger Laboratorium 3. Heft. 1868.

30 Min. so schnell, dass die eine Spirale des Inductionsapparates der anderen um mehr als 200 Mm. genähert werden musste, um noch dieselbe Minimalzuckung wie im Beginn des Versuches, hervorzurufen. Ein so schnelles Sinken der Erregbarkeit konnte nur daher rühren, dass sowohl die hinteren als auch die vorderen Wurzeln bei der Präparation beschädigt waren, und dass sie auch später während des Versuches vor Austrocknem und anderen schädlichen Einwirkungen nicht hinlänglich geschützt waren. Bei einer vorsichtigen Präparation und hinlänglichem Schutz der Wurzeln bleibt die Erregbarkeit derselben während 20—30 Min. und oft noch länger unverändert, nachdem sie sofort beim Auflegen auf die Electroden um ein Paar Mm. gesunken ist. In meiner ersten Mittheilung zähle ich unter der Rubrik C. alle Cautelen auf, die bei meinen Versuchen beobachtet werden müssen, und sage unter anderem: dass ich nach Blosslegung der Wirbelsäule die Extremitäten immer auf ihre Reflexfähigkeit untersuchte, und wenn dieselbe irgendwie geschwächt erschien, so benutzte ich den Frosch nicht weiter zum Versuch aus Befürchtung, die hinteren Wurzeln seien bei der Operation verletzt. In der Rubrik D. sage ich ausdrücklich, dass ich die hinteren Wurzeln nicht eher durchschnitt, als nachdem ich mich überzeugt hatte, dass die Erregbarkeit der vorderen wenigstens während 5 Min. unverändert geblieben war. In den Bezold'schen Versuchen dagegen sank die Erregbarkeit der vorderen Wurzeln jede Minute um 4—5 Mim.; er hatte es also entschieden mit absterbenden und zerquetschten Wurzeln zu thun, und war es jedenfalls im höchsten Grade

verfehlt, feine Veränderungen, die, wie meine Versuche zeigen, nie 40 Mim. überschreiten, durch Versuche ermitteln zu wollen, bei denen die Versuchsfehler allein 220 Mim. betrugen.

Sogar nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln blieb die plötzlich gesunkene Erregbarkeit während der ersten 15 Min. ziemlich constant. Selbst bei sorgfältig ausgeschnittenen, also vom centralen Nervensystem getrennten und der Circulation beraubten Nerven bleibt ja die Erregbarkeit viel länger unverändert, als es in den Bezold'schen Versuchen bei nur blossgelegten Wurzeln der Fall war. Sonst wären ja alle electro-physiologischen Versuche an ausgeschnittenen Nerven gradezu unausführbar.

Hr. Dr. P. Guttmann hat im Dubois'schen Laboratorium meine Versuche wiederholt und meine Angaben durchweg bestätigt gefunden; in seiner Mittheilung[5]) führt er als Beispiel einen Versuch an, in welchem die während 10 Min. unverändert gebliebene Erregbarkeit der vorderen Wurzeln sofort nach Durchschneidung der hinteren um 20 Mim. gesunken. Auch in diesem Versuch will Bezold die Fortsetzung eines ununterbrochen vor sich gehenden Sinkens der Erregbarkeit bemerken, eines Sinkens, welches durch die Durchschneidung nicht beschleunigt wurde!

In einigen Fällen hat Bezold bei Durchschneidung der hinteren Wurzeln sogar eine Erhöhung der Erregbarkeit der vorderen Wurzeln beobachtet. Im dritten § meiner ersten Mittheilung mache ich schon dar-

5) Centralblatt № 44. 1867.

auf aufmerksam, dass, wenn die Durchschneidung nicht vorsichtig und ohne Schmerz zu erzeugen vorgenommen ist, man statt der Erregbarkeitserniedrigung eine Erregbarkeitserhöhung beobachtet. Wie ja in solchen Fällen nicht anders zu erwarten, wird die durch unvorsichtige Durchschneidung der hinteren Wurzeln hervorgerufene Erregung derselben sofort auf die vorderen Wurzeln übertragen. Diese momentane Erhöhung der Erregbarkeit der vorderen Wurzeln kann also nur als Bestätigung der allgemeinen Resultate meiner Versuche gelten.

Aus den 3 Versuchsreihen, welche Hr. v. Bezold zur Widerlegung meiner Resultate angestellt, hat die unter I nicht nur meine Resultate nicht widerlegt, sondern die Nothwendigkeit derselben a priori nachgewiesen. Die zweite an curarisirten Fröschen angestellte Reihe von Versuchen enthält einen Versuchsfehler, zu dessen Rechtfertigung Hr. v. Bezold zur Anerkennung des Vorhandenseins des Brondgeest'schen Tonus seine Zuflucht nehmen muss, folglich muss er auch die Richtigkeit meiner Resultate anerkennen, welche auch nur die Existenz dieses Reflextonus nachweisen. Die dritte an unvergifteten Fröschen angestellte Versuchsreihe hat, wie aus der von Uspensky gemachten ausführlichen Mittheilung evident ist, nur erwiesen, dass ich das Richtige getroffen hatte, als ich in meiner ersten Erwiderung das Misslingen der Bezold'schen Versuche der Nachlässigkeit beim Experimentiren zugeschrieben habe.

Die Richtigkeit meiner früheren Untersuchungen hat sich also durch die Anfechtungen von Seiten des Hr. v. Bezold nur noch evidenter herausgestellt. Ich

hielt es aber doch für gerathen, die Sache einer neuen Prüfung zu unterwerfen, und zwar nicht sowohl um neue directe Beweise zu sammeln, als um durch Auffindung einer genaueren und sichereren Experimentationsmethode die Wiederholung meiner Versuche zu erleichtern. Die früher von mir und später von Bezold und Guttmann zur Messung der Erregbarkeit benutzte Methode brachte es mit sich, dass viele Versuche nicht gelingen konnten. Als Mass für die Erregbarkeit benutzte ich nämlich die Stromesstärke eines Dubois'schen Schlitten Inductionsapparates, welche gerade genügend war, um eine minimale Zuckung in den Muskeln der Zehen zu erregen. Der Mängel dieser Messungen giebt es mehrere, von denen ich nur auf folgende aufmerksam machen will: 1) müssen beim Aufsuchen der gewünschten Stromesstärke die vorderen Wurzeln wiederholt Reizungen unterworfen werden, welche nicht ohne Einfluss auf die Erregbarkeit derselben bleiben können. 2) konnte dabei das Eintreten der minimalen Zuckung nur durch das Augenmaass geprüft werden, eine Prüfung, die natürlich weit davon entfernt ist, auf vollständige Exactheit Anspruch machen zu dürfen.

Ein viel sichereres und von den erwähnten Mängeln freies Maass für die Erregbarkeit der motorischen Nerven besitzt die Physiologie bekanntlich in der Stärke der Zuckungen, welche die Reizung der motorischen Nerven in den mit ihnen verbundenen Muskeln hervorruft.

Ich ging also darauf hinaus, eine Wiederholung meiner Versuche mit Zuhülfenahme dieser Messungsmethode zu veranlassen. Das Marey'sche Frosch-

Myographion, welches die Arbeit des Gastrocnemius am unversehrten Frosche genau zu messen erlaubt, bot für eine solche Untersuchung die geeignetste Handhabe. Ich habe daher Hrn. Stud. Steinmann bewogen, die Frage über den Einfluss der hinteren Wurzeln auf die Erregbarkeit der vorderen einer neuen Untersuchung zu unterwerfen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in der folgenden Mittheilung enthalten.

Zum Schluss will ich noch einige Worte einer denselben Gegenstand betreffenden Mittheilung [6]) von Hr. Gruenhagen widmen. Hr. Gruenhagen hat es für nothwendig erachtet, meine Resultate einer längeren, nicht ganz klaren theoretischen Discussion zu unterziehen. So weit ich dieselbe verstehen konnte, ist der Schluss der Gruenhagen'schen Mittheilung folgender: wenn man seine Versuche über die Summation der Reize berücksichtigt, so ist man zur Annahme gezwungen, dass die Übertragung der Erregung von den hinteren Wurzeln auf die vorderen nicht direkt durch Nervenfortsätze, sondern durch Vermittelung von Ganglienzellen stattfinden muss. Ohne mich über den Werth der Gruenhagen'schen Versuche über Summation der Reize weiter aussprechen zu wollen, muss ich bemerken, dass die theoretische Erörterung des Hrn. Gruenhagen wenigstens überflüssig war, da es wohl keinem Physiologen einfallen würde, eine direkte Nervenverbindung zwischen hinteren und vorderen Wurzeln im Rückenmark anzunehmen; man sich die Übertragung der Erregungen also nur als durch centrale Nerventheile stattfindend denken kann; dies um so

6) Henle und Pfeiffer's Zeitschrift 1867.

mehr, als schon meine erste Mittheilung über diesen Gegenstand Versuche enthält, welche den Beweis liefern, dass diese Übertragung sogar an mehreren Stellen des Central-Nervensystems vor sich geht!

Die Versuche, deren Resultate ich hier kurz mittheilen will, wurden von mir unter Leitung des Hrn. Prof. Cyon während des Sommers 1870 im physiologischen Laboratorium der St.-Petersburger Universität angestellt.

Der Zweck dieser Versuche war, zu prüfen, ob die Erscheinungen, welche E. Cyon in seinen Versuchen über denselben Gegenstand erhielt, sich auch durch diese neue, genauere und anschaulichere Methode werden beobachten lassen.

Wie schon in der Einleitung bemerkt wurde, zeichnet sich die von mir benutzte Methode durch das genauere Erregbarkeitsmass vor der bei früheren Untersuchungen angewandten aus. In der That, wenn man früher die Stromstärke finden wollte, welche nöthig war, um minimale Zuckungen in den Zehen der untersuchten Extremität hervorzurufen, so musste man nothwendigerweise mehrere Stromstärken durchprobiren, bis man gerade auf die im gegebenen Falle hinreichende Stärke stiess; bei diesem Verwenden verschiedener Stromstärken wurden gewiss häufig auch zu starke Reizungen gebraucht, da es gar nicht leicht ist, die Stärke zu finden, bei welcher die minimalste Zuckung eintritt, ein moment, welches jedenfalls ermüdend auf die Wurzeln wirkte und mithin den normalen Zustand derselben verändern musste.

Der Gastrocnemius eines auf einem Brettchen befestigten Frosches wurde mit dem Marey'schen, hinlänglich bekannten Frosch-Myographion verbunden; die Belastung betrug 20 Grm. Während des Versuches wurde der ganze Frosch mit einem Glaskasten bedeckt, unter welchen feuchtes Papier gelegt war, um dem Austrocknen des Rückenmarks vorzubeugen. Zur Reizung benutzte ich in der Mehrzahl der Fälle einzelne Schliessungsschläge, die ich durch eine besondere Vorrichtung vom DuBois'schen Schlittenapparat erhalten konnte. In dem Gebrauche einzelner Schläge liegt der grosse Vortheil, dass die Wurzeln des Thieres lange nicht so angegriffen und ermüdet werden, als dies bei Anwendung der Hammerverbindung wegen des daraus resultirenden Summirens mehrerer Inductionsschläge der Fall ist.

Als Reizträger benutzte ich die von Dr. Cyon bei seinen Versuchen gebrauchten Electroden. Die feine Platina-Feder des Marey'schen Myographion zeichnete die Contractionen des Gastrocnemius auf einem berussten Cylinder, der durch ein mit dem Foucault'schen Regulator versehenes Uhrwerk in Rotation versetzt wurde. Die Höhe der auf diese Weise erhaltenen Contractionen konnte ich dann später ganz bequem ausmessen.

Bevor ich zu der Untersuchung über den Einfluss der Durchschneidung der hinteren Wurzeln auf die Erregbarkeit der vorderen schritt, musste ich erst feststellen, ob diese Erregbarkeit, wenn keine besonderen äusseren Einflüsse auf sie einwirken, längere Zeit constant bleibe und mithin an ihr die Beobachtung einer plötzlichen Veränderung nach der Durchschnei-

dung der hinteren Wurzeln möglich sei. — Von den zu diesem Zweck angestellten Versuchen mögen hier 3 als Beispiele angeführt werden.

№ des Versuch.	Zeit St. Min.	Höhe der Cont. i. Mm.	№ des Versuch.	Zeit St. Min.	Höhe der Cont. i. Mm.
I.	1. 7.	25	II.	12. 16.	33
	1. 13.	45		12. 26.	35
	1. 23.	45		12. 39.	36
	1. 33.	43		12. 50.	35
	1. 43.	45			

№ des Versuch.	Zeit St. Min.	Höhe der Cont. i. Min.
III.	12. 45.	30
	12. 55.	29, 30
	1. 5.	27
	1. 15.	30, 29
	1. 21.	29, 30

Aus diesen Versuchen lässt sich Folgendes ableiten: Die Erregbarkeit der vorderen Wurzeln bleibt nach dem sofort bei Aufnahme der Wurzeln auf die Electroden erfolgenden vorübergehenden Sinken lange Zeit fast unverändert, vorausgesetzt, dass die Präparation sehr sorgfältig gemacht ist und das Rükkenmark während der Beobachtungszeit vor Austrocknem und anderen schädlichen Einflüssen (Zerren der Wurzeln durch Bewegungen der Electroden) hinlänglich geschützt wird. Diesen Schluss konnte ich ausser aus den Versuchen der angeführten Art (I und II) auch

noch aus den Resultaten derjenigen Versuche ziehen, in welchen ich wohl eine Durchschneidung der hinteren Wurzeln vornahm, wo ich aber, abgesehen von der Verminderung der Erregbarkeit, welche während der Durchschneidung eintrat, sowohl vor als nach derselben lange Zeit eine constante Erregbarkeit beobachtete. So sind die unter III angeführten Zahlen alle nach der Durchschneidung der hinteren Wnrzeln genommen.

Eine weitere ganze Reihe von Versuchen sollte ermitteln, ob auch mit dieser viel sichereren Methode die von E. Cyon beobachtete plötzliche Erregbarkeitsabnahme der vorderen Wurzeln bei schmerzloser Durchschneidung der hinteren (d. h. bei einer Durchschneidung, die nicht von Zuckungen des ganzen Organismus begleitet wird) sich wird beobachten lassen.

Meine Versuche dieser Art wurden, abgesehen von der veränderten Methode, ganz ebenso wie die in der ersten Mittheilung des Prof. Cyon angeführten angestellt, das heisst: nach einer so sorgfältig als möglich angestellten Präparation wurde die Erregbarkeit der vorderen Wurzeln durch Schliessungsschläge mittlerer Stärke geprüft, und schritt ich immer erst dann zur Durchschneidung der hinteren Wurzeln, wenn die durch Reizung der vorderen hervorgerufenen Contractionen mehrere Minuten lang dieselbe Höhe behielten. Wenn die Durchschneidung nicht ganz schnell und schmerzlos geschah und Zuckungen des gesammten Thieres eintraten, so erhielt ich gewöhnlich keine brauchbaren Resultate; die Mehrzahl solcher als misslungen zu betrachtenden Versuche habe ich ganz unberücksichtigt gelassen und nur einige aufbewahrt; diese werde ich weiter unten citiren und die dabei zu beo-

bachtenden Erscheinungen zu erklären suchen. Wenn also die Durchschneidung gelang, so erhielt ich in der grossen Mehrzahl der Fälle befriedigende Resultate, d. h. ein mehr oder weniger bedeutendes Sinken der Erregbarkeit der vorderen Wurzeln sofort nach der Durchschneidung der hinteren. Und zwar gelang es mir, Dank der verbesserten Methode, verhältnissmässig viel leichter, günstige Resultate zu erzielen, als es nach der Aussage des Hrn. Prof. Cyon ihm bei Anwendung der früheren Methode glückte.

Es folgen jetzt einige Versuche dieser Art als Beispiele; die Ursachen der Abweichungen in der Grösse der erhaltenen Verminderungen in den verschiedenen Versuchen werden weiter unten erörtert werden.

Zeit Uhr. Min.		Höhe der Contraction in Mm.
	IV. Versuch.	
2. 53.	. . . .	23
2. 54.	. . . .	26
2. 56.	. . . .	26
2. 56.	Durchschnd. der hint. Wurz.	15
2. 59.	{	{13
		13
	. . . . }	14}
3. 01.	. . . .	13
	V. Versuch.	
2. 35.	. . . .	30
2. 40.	. . . .	34
2. 45.	. . . .	33
2. 45.	{Durchschnd. der hint. Wurz.	{6
	. . . . }	7}

Zeit Uhu. Min.		Höhe der Contraction in Mm.
	VI. Versuch.	
12. 15.	. . . .	18
12. 18.	. . . .	18
12. 23.	. . . .	18
12. 23.	Durchschnd. der hint. Wurz.	14 13 14
	bleibt dann im Vrl. v. 15 Min.	13—14
	VII. Versuch.	
	. . . .	29
	. . . .	33
	. . . .	29
	Durchschneid. d. hint. Wurz.	23
		21
n. 5 Min.	. . . .	23
		22
		23
n. 10 Min.	. . . .	23
		23
	VIII. Versuch.	
11. 28.	. . . .	38 39
11. 38.	. . . .	39 39
11. 38.	Durchschneid. d. hint. Wurz.	31 33 30
11. 41.	. . . .	32
11. 46.	. . . .	31
11. 52.	. . . .	32

Zeit Uhr. Min.		Höhe der Contraction in Mm.
	IX. Versuch.	
1. 38.	. . . .	31
1. 43.	. . . .	31
1. 43.	Durchschneid. d. hint. Wurz.	18
		18
		18
1. 50.	. . . .	18

In allen diesen Versuchen sehen wir sofort nach der Durchschneidung der hinteren Wurzeln die vorher constante Erregbarkeit der vorderen plötzlich sinken, wonach die Erregbarkeit wieder während längerer Zeit constant bleibt. Einen Unterschied zwischen den Resultaten der angeführten Versuche und den in der ersten Cyon'schen Mittheilung enthaltenen könnte man darin sehen, dass bei mir die Grösse des Herabsinkens in den verschiedenen Versuchen eine sehr verschiedene ist; während sie in den meisten Versuchen 4—13 Mm. nur beträgt, erreicht sie im Versuche V die beträchtliche Höhe v. 27 Mm. Woher diese Verschiedenheit in dem Grade der Abnahme der Erregbarkeit? Ich glaube den einen Grund in die viel exactere Messungsmethode verlegen zu müssen: beim Aufsuchen der nöthigen Stromstärke konnte nämlich schon eine Veränderung der Erregbarkeit stattfinden, ohne dass man dieselbe bemerkte. Ausserdem giebt es viele unvermeidliche äussere Einflüsse, deren Einwirkungen auf die Erregbarkeit eben ihrer Feinheit wegen bei der früheren gröberen Mess-Methode

sich der Beobachtnng entzogen, bei meinen genaueren Messungen aber sofort zu Tage traten. Ich fühle mich um so mehr zu diesem Schluss bewogen, als ich, in einigen Versuchen sowohl vor, als nach der Durchschneidung der hinteren Wurzeln ganz ähnliche, wenn auch nicht ebenso grosse Schwankungen in der Erregbarkeit fand; Schwankungen, welche bei scheinbar ganz unveränderten Umständen, plötzlich auftraten und ebenso plötzlich wieder verschwanden, wonach die Erregbarkeit lange Zeit ebenso unverändert blieb, wie sie es vor dem Auftreten der erwähnten Schwankungen gewesen war.

№ des Versuchs	Zeit St. Min.	Höhe der Cont. i. Mm	№ des Versuchs	Zeit St. Min.	Höhe der Cont. i. Mm
X.	2. 5.	24 16	XI.	11. 38.	31 33 30
	2. 10.	32 20		11. 41.	32
	2. 15.	24 24		11. 46.	40 31
				11. 52.	32

Bei allen bis jetzt angeführten Versuchen gelang es mir, die Durchschneidung der hinteren Wurzeln schmerzlos zu bewerkstelligen. Dies war aber lange nicht immer der Fall; ich will jetzt an einem Beispiel zeigen, dass auch die Ergebnisse solcher misslungenen Versuche, nichts den Cyon'schen Ansichten Widerstreitendes enthalten.

Zeit Uhr. Min.		Höhe der Contraction in Mm.
	XII. Versuch.	
12. 23.	. . . .	26
12. 25.	. . . .	25
12. 30.	. . . .	23
12. 33.	. . . .	24
12. 33.	Durchschnd. der hint. Wurz.	35
12. 39.	. . . .	22
12. 44.	. . . .	18
12. 49.	. . . .	17
12. 59.	. . . .	16

Wie man sieht, stimmen auch diese Versuche mit dem überein, was Prof. Cyon in der Einleitung über ähnliche Versuche sagt.

Die bei solchen Versuchen wie XII bei der Durchschneidung eintretende Erhöhung der Erregbarkeit der vorderen Wurzeln kann man sich als eine Folge der durch Quetschung der hinteren Wurzeln hervorgebrachten Reizung denken, und dieses um so mehr, als die erhöhte Erregbarkeit sehr bald verschwindet und einer Erregbarkeit weicht, welche niedriger ist als die, welche vor der Durchschneidung der hinteren Wurzeln bestand. Es kam also in solchen Fällen zu der vorhandenen Stärke des Reflextonus im Augenblick der Durchschneidung noch ein Reiz mehr hinzu, der grösser war als die Summe aller schon vorhandenen peripherischen Reize, so dass trotz des Verschwindens dieser letzteren eine Zunahme der Erregbarkeit stattfand; so wie die durch die Durch-

schneidung hervorgerufene Reizung schwindet, wird erst der durch dieselbe Durchschneidung hervorgerufene Verlust an Erregbarkeitsstärke bemerkbar; diese sinkt daher auf eine niedrigere Stufe, als sie vor der Durchschneidung war.

Somit war der Zweck dieser Untersuchungen erreicht, insofern es sich darum handelte, durch eine genauere Methode das Vorhandensein des Brondgeest'schen Tonus zu constatiren.

Ich will nun noch auf eine Erscheinung aufmerksam machen, welche bei diesen Versuchen zum Vorschein kam und welche für die Lehre von dem Einfluss der hinteren Wurzeln auf die Erregbarkeit der vorderen von grösstem Interesse ist. Erregt man eine Contraction des Gastrocnemius, so dehnt sich dieser Muskel nach dem Aufhören der Reizung nur sehr langsam bis zu seiner früheren Länge aus; oft gebraucht dieser Muskel zur Wiedererlangung seiner früheren Länge mehrere Minuten. Dagegen beobachtet man sehr häufig, dass nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln der Muskel nach jeder vollführten Contraction seine frühere Länge sofort wieder erreicht, oder selbst über diese hinaus sich dehnt; dies ersieht man daraus, dass die Contractionscurve entweder sofort die frühere Abscisse erreicht, oder sogar negativ wird. Um die Ursache dieser Ausdehnungen des Muskels zu ermitteln, wollte ich zuerst constatiren, ob eine Dehnung im Muskel nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln stattfindet, auch wenn vorher in ihm keine Contractionen erzeugt wurden; zu dem Zweck liess ich den ruhenden Gastrocnemius mehrere Minuten lang seine Länge bei Belastung von 20 Grm. aufzeich-

nen, dann durchschnitt ich die hinteren Wurzeln und erhielt eine sofort oder allmählich im Verlauf von $1\frac{1}{2}$–2 Min. eintretende Dehnung desselben, wobei der mit ihm in Verbindung stehende Hebel um 2—5 Mm. unter die früher gezeichnete Abscisse sank; contrahirte dabei das Thier willkürlich den Gastrocnemius, so dehnte sich der Muskel gleich nach Ende der Contraction noch mehr aus, um dann allmählich zu der früher nach der Durchschneidung der hinteren Wurzeln angenommenen Länge zurückzukehren. Ich glaube, man bedarf kaum eines eclatanteren Beweises dafür, dass die Muskeln des Skelets sich in einer geringen tonischen Zusammenziehung befinden, veranlasst durch Erregungen, welche ihren motorischen Nerven im Rückenmarke durch die hinteren Wurzeln mitgetheilt werden.

(Aus dem Bulletin, T. XVI, pag. 118 — 132.)

Gedruckt auf Verfügung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Im April 1871. K. Wesselowski, beständiger Secretair.

Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften
(Wass.-Ostr., 9 Lin., № 12).